

MUSIC 法における素子位置誤差の等価 SNR 表現の到来方向特性

AOA Characteristics of Equivalent SNR Expression for Elements Location Error on MUSIC Algorithm

石浦 希美 堀 俊和 藤元 美俊
 Nozomi ISHIURA Toshikazu HORI Mitoshi FUJIMOTO

福井大学 工学部
 Faculty of Engineering, University of Fukui

1. まえがき

到来方向推定法として高分解能推定アルゴリズムを用いる MUSIC 法が知られている[1]. MUSIC 法では, アンテナ素子位置に誤差があり, 正確な方向ベクトルが得られない場合には到来方向の推定精度が劣化してしまう[2]. 著者らはアンテナ素子位置誤差と入力 SNR の関係について検討し, 位置誤差は「等価 SNR」として表現できることを明らかにした[3][4]. 本報告では, 等価 SNR に対する到来方向の影響について検討した.

2. 解析モデル

解析モデルを図 1 に示す. 素子間隔 d のリニアアレーを Δd ずらし, MUSIC 法を用いて到来方向の推定を行った. 第 1 波の到来方向を θ_1 , 第 2 波を θ_2 とした. 真の到来方向と推定した到来方向との差が, 許容推定誤差 $\Delta \theta_2$ より大きくなる確率, を求め, これの値を誤推定率とした. 位置誤差 Δd は, 平均 μ , 標準偏差 σ に従う正規乱数とした. $d=0.5\lambda$, $\mu=0\%$, $\theta_1=0^\circ$ と固定し, $N, \sigma, \theta_2, \Delta \theta_2$ をそれぞれ変化させた.

3. 位置誤差に対する等価 SNR 表現

入力 SNR による誤推定率の結果を図 2 に示す. ある σ の値のときの入力 SNR=40dB の誤推定率の値を求め, それらが $\sigma=0\%$ のときの誤推定率の値と一致するときの SNR を求めた. 例えば $\sigma=3\%$ のとき, SNR は約 10 dB となる. さらに σ を変化させたときの結果を図 3 ($\theta_2=60^\circ$) に示す. 素子位置誤差が推定誤差に関して, どの程度の SNR に相当するかを表す等価 SNR は以下の式で表される.

$$\text{等価 SNR} = K_1 \times \sigma^{-K_2} \quad (1)$$

4. 等価 SNR の到来方向依存性

さらに図 3 に第 2 波の到来方向を $60^\circ, 45^\circ, 30^\circ$ と変化させたときの位置誤差と入力 SNR の関係を示す. 図 3 より, 素子間隔の誤差から生じる推定精度の劣化と SNR の低下から生じる推定精度の劣化は, ほぼ 1 対 1 の関係にあり, 素子位置誤差は入力信号の等価 SNR として表現できることがわかる. また, グラフより, 位置誤差 σ と入力 SNR の関係は, 到来方向が変化しても同様に 1 つの線で表すことができ, (1)式における係数は以下の式で表されることがわかった.

$$K_1 = 242 \theta_2^{-0.64} \quad (2)$$

$$K_2 = 0.0083\theta_2 - 0.0017 \quad (3)$$

5. むすび

MUSIC 法の等価 SNR に対する到来方向の影響について検討した. 素子位置の誤差と入力 SNR は, 到来方向の推定誤差率を媒介変数として, ほぼ 1 対 1 の関係にあることを示し, 第 2

波の到来方向を変化させても, 素子位置誤差は等価 SNR として表現できることを示した.

参考文献

- [1] 菊間信良, “アレーアンテナによる適応信号処理”, 科学技術出版, 1998.
- [2] 皆川晃, 松本正, “ステアリングベクトル歪みによる到来方向推定誤差とその補正効果”, 信学技報, AP2000-133, pp.43-50, 2000, 10.
- [3] 石浦希美, 堀俊和, 藤元美俊, 2003 信学ソ大, B-1-43, 2003, 9.
- [4] 石浦希美, 堀俊和, 藤元美俊, 信学技報, AP2003-194, 2003.11.

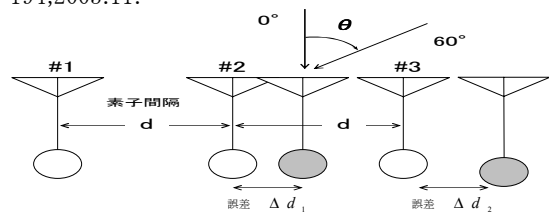


図 1 シミュレーションに用いたアンテナ素子

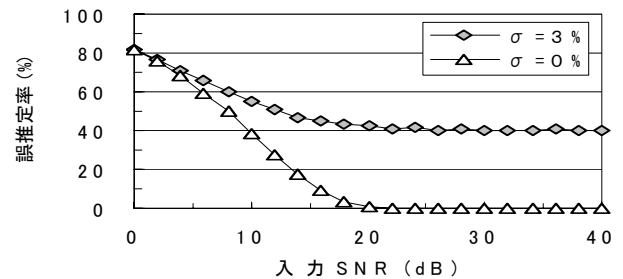


図 2 $N=3$ $\mu=0\%$ $\theta_2=60^\circ$ $\Delta \theta_2=1.5$ のときの誤推定率

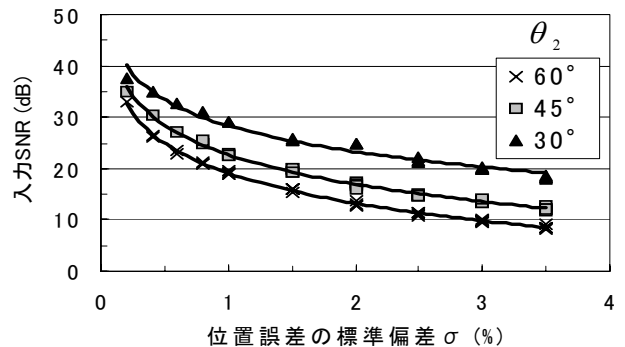


図 3 位置誤差 σ と入力 SNR の関係